

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-231168

(43)Date of publication of application : 20.08.1992

(51)Int.Cl.

B22D 19/14

B22D 18/04

B22D 19/00

C22B 9/16

C22C 1/02

C22C 1/10

(21)Application number : 02-416752

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB  
INC

(22)Date of filing : 28.12.1990

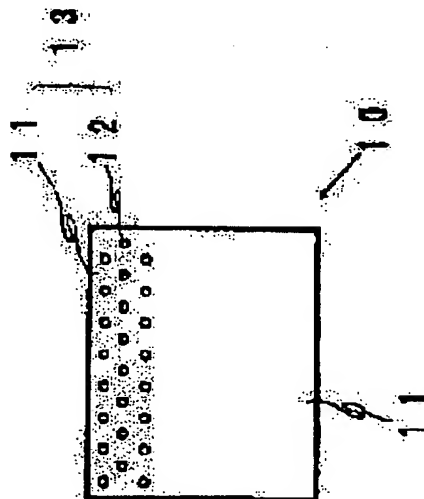
(72)Inventor : YONEKURA KOJI  
NISHINO NAOHISA

## (54) MANUFACTURE OF METAL BASE COMPOSITE MATERIAL

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To present the method for manufacturing the metal base composite material which is distributed with the granule to improve the characteristic of metal matrix to the required part of the front surface layer with the casting method.

**CONSTITUTION:** The metal to be made to the matrix is made in the semi molten state of 0.2-0.4 by the solid phase rate, the characteristic improving granule is added and also stirred with high speed, next, this molten metal is heated to the liquid phase state and the gas mixed in the molten metal is absorbed to the granule and also the granule which has absorbed the gas is made to float to the upper part of the molten metal, poured in the casting device and casted pressurizedly with the low speed.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-231168

(43) 公開日 平成4年(1992)8月20日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 19/14	A	7011-4E		
18/04		7011-4E		
19/00	V	7011-4E		
C 2 2 B 9/16		7727-4K		
C 2 2 C 1/02	B	8928-4K		

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平2-416752

(22) 出願日 平成2年(1990)12月28日

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1

(72) 発明者 米倉 浩司

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 西野 直久

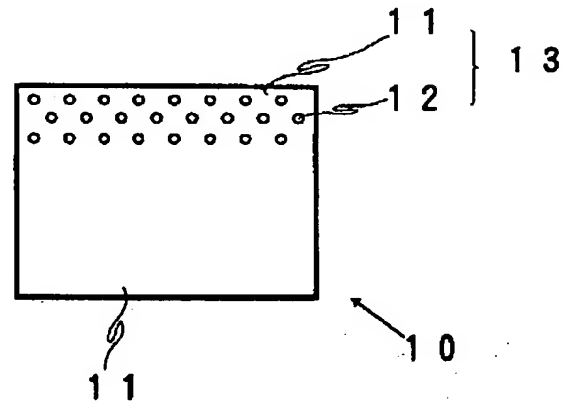
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(54) 【発明の名称】 金属基複合材料の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 鋳造法により表面層の必要な部位に金属マトリックスの特性を向上させる粒子を分散させた金属基複合材料を製造する方法を提供する。

【構成】 マトリックスとなる金属を固相率で0.2～0.4の半溶融状態にし、特性向上粒子を添加するとともに高速度で攪拌し、次いで、該溶湯を加熱して液相状態とし溶湯内に巻き込まれたガスを粒子に吸着させるとともにガスを吸着した粒子を溶湯上部に浮上させ、鋳造装置に注湯して低速度で加圧鋳造する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面にマトリックスとしての金属と該マトリックス中に分散させた粒子とからなる特性向上層を有する金属基複合材料の製造方法であって、マトリックスとなる金属を加熱して固相率で0.2～0.4の半溶融状態にし、該金属溶湯に特性向上粒子を添加するとともに少なくとも溶湯の湯面に渦が生じる程度の高速度で攪拌する攪拌工程と、前記攪拌した溶湯を加熱して液相状態とし、前記攪拌工程で攪拌中に溶湯内に巻き込まれたガスを前記粒子に吸着させるとともに該ガスを吸着した粒子を溶湯上部に浮上させる加熱工程と、前記加熱工程により得られた溶湯を鑄造装置に注湯し、低速度で加圧鑄造する鑄造工程と、からなることを特徴とする金属基複合材料の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、金属基複合材料の製造方法に関するもので、さらに詳しくは、少なくとも表面部に金属マトリックスに粒子を分散させた特性向上層を有する金属複合材料を鑄造法により製造する方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、セラミックスや金属の粒子をマトリックス中に分散させた金属複合材料の製造方法としては、金属の溶湯中で前記粒子を攪拌・混合させて金属複合材料を製造するコンポキャスト法が知られている。この方法は、金属溶湯中に前記粒子を均一に分散させることにより、均質な金属複合材料を鑄造することを目的としている。

【0003】 この従来のコンポキャスト法は、マトリックスとなる金属を固相率で0.4～0.5の半溶融状態とし、前記粒子の添加・攪拌を行う。このとき、粘性の高い半溶融状態の溶湯を用いることにより、該粒子は溶湯中に機械的に攪拌・混合される。これより、液相状態の溶湯を用いた場合と異なり、溶湯と前記粒子との濡れ性を向上させるために用いる添加剤を必要とせず、マトリックスとして任意の組成を選択することができる。

【0004】 次いで、攪拌後、前記粒子が均一に分散した溶湯を半溶融状態のまま加圧鑄造する。この従来法では、該粒子が分散した溶湯が半溶融状態のままであるため、該粒子が、溶湯の粘性によって、マトリックスと前記粒子の比重差に伴う沈降や浮上をすることなく鑄造することができる。また、本従来法では、加圧鑄造することにより、攪拌の際に溶湯に巻き込まれたガス欠陥が押しつぶされ、前記粒子がマトリックス中に均一に分散した健全で均質な金属複合材料を得ることが可能となる。

【0005】 しかしながらこの従来法では、前記粒子を鑄物全体に均一に分散させる鑄造方法であるため、必要

な部分以外の部分にも粒子を配設することになり、高価な前記粒子が多量に必要とされるという問題がある。例えば、前記粒子が金属マトリックス中に分散した表面層を有する耐摩耗材をこのコンポキャスト法により製造する場合、表面層を構成するのに必要な粒子の数倍の粒子が必要となり、コスト高となる。また、溶湯中への前記粒子の攪拌・混合を容易にし、均一分散を促進するために、金属溶湯の固相率を0.4～0.5の狭い範囲内に制御する必要がある。この制御のために温度制御装置が必要となるが、大掛かりな装置となるためコスト高となり、また、マトリックス組成によっては制御が不可能な場合があるという問題を有している。さらに、半溶融溶湯を鑄造するため、溶湯の粘性が高く、薄物や形状の複雑な鑄物の鑄造には不適であるという問題を有している。

【0006】 そこで、本発明者らは、上述の如き従来技術の問題点を解決すべく鋭意研究し、各種の系統的実験を重ねた結果、本発明を成すに至ったものである。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 (発明の目的) 本発明の目的は、鑄造法により表面層の必要な部位に金属マトリックスの特性を向上させる粒子を分散させた金属基複合材料を製造する方法を提供するにある。

【0008】 本発明者らは、上述の従来技術の問題に関し、以下のことに着眼した。すなわち、先ず、金属複合材料の必要な部分のみに特性向上粒子を分散させることにより、少量の粒子添加量で充分な特性を付与することができるため、溶湯中に分散する特性向上粒子を一部分に集めることを考えた。そこで、粒子攪拌中に溶湯中に巻き込まれるガスに着目し、溶湯中のガスが粒子に吸着され易いことを見出した。そして、過剰に巻き込ませたガスを特性向上粒子に吸着させ、これより該粒子を浮上させて溶湯上部に集め、溶湯を、粒子を含んだ溶湯と粒子を含まない溶湯に分離させることに着眼した。そして、前記粒子を含む上部層が粒子を含まない下部層に比べて著しく粘性が高いという流動性の違いを利用することにより、加圧鑄造法により容易に表面層のみに粒子を分散させた金属基複合材料を製造することを実現でき、本発明を成すに至った。

## 【0009】 【第1発明の説明】

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】 第1発明の構成

本第1発明の金属複合材料の製造方法は、表面にマトリックスとしての金属と該マトリックス中に分散させた粒子とからなる特性向上層を有する金属基複合材料の製造方法であって、マトリックスとなる金属を加熱して固相率で0.2～0.4の半溶融状態にし、該金属溶湯に特性向上粒子を添加するとともに少なくとも溶湯の湯面に渦が生じる程度の高速度で攪拌する攪拌工程と、前記攪拌した溶湯を加熱して液相状態とし、前記攪拌工程で攪

3.

拌中に溶湯内に巻き込まれたガスを前記粒子に吸着させるとともに該ガスを吸着した粒子を溶湯上部に浮上させる加熱工程と、前記加熱工程により得られた溶湯を鑄造装置に注湯し、低速度で加圧鑄造する鑄造工程と、からなることを特徴とする。

【0011】

【作用】本第1発明の金属基複合材料の製造方法が優れた効果を発揮するメカニズムについては、未だ必ずしも明らかではないが、次のように考えられる。

【0012】すなわち、先ず攪拌工程において、マトリックスとなる金属を加熱して固相率で0.2~0.4の半溶融状態にすることにより、固相率が比較的小さくてよく溶湯温度の制御が容易となるとともに、攪拌も容易に行うことができる。また、該金属溶湯に特性向上粒子を添加するとともに少なくとも溶湯の湯面に渦が生じる程度の高速度で攪拌することにより、溶湯中に過剰のガスが巻き込まれ、粒子が浮上するのに必要な量のガスを溶湯中に混入させることができる。

【0013】次に、加熱工程において、前記攪拌した溶湯を加熱して液相状態とする。このとき、粒子は浮上するに必要な量のガスを吸着し、該粒子が溶湯の上部に浮上する。これより、金属溶湯は、粒子を含む上部層と粒子を含まない下部層の二層に分離される。この二層の溶湯は、粒子を含む上部層が下部層に比べて著しく粘性が高く、すなわち流動性がよくないという特徴を有する。

【0014】次に、鑄造工程において、前記加熱工程により得られた二層に分離した溶湯を鑄造装置に注湯し低速度で加圧鑄造すると、乱流が生じることがなく鑄造が可能となる。また、このとき上部層が先にキャビティ内に入っているが流動性が悪いためキャビティ面に取り残され、流動性のよい下部層が優先的に鑄物の中心部となる部分を充填することになる。また、充填後、加圧されることにより、巻き込まれたガス欠陥は押しつぶされ、これより、表面の所定部に特性向上粒子を分散した層を有する健全な鑄物からなる金属基複合材料を製造することができるものと考えられる。

【0015】

【発明の効果】本発明の金属基複合材料の製造方法により、表面層の必要な部位に特性向上粒子を分散させた金属基複合材料を製造することができる。

【0016】(第2発明の説明)以下に、前記第1発明をさらに具体的に示した第2発明について説明する。

【0017】本発明の金属基複合材料の製造方法は、表面にマトリックスとしての金属と該マトリックス中に分散させた粒子とからなる特性向上層を有する金属基複合材料の製造方法であって、先ず、マトリックスとなる金属を加熱して固相率で0.2~0.4の半溶融状態にし、該金属溶湯に特性向上粒子を添加するとともに少なくとも溶湯の湯面に渦が生じる程度の高速度で攪拌する(攪拌工程)。

4

【0018】先ず、マトリックスとなる金属を加熱して固相率で0.2~0.4の半溶融状態にする。本発明において用いるマトリックスとしての金属は、一般に鑄造法が適用できるものであれば本発明に適用することができ、特に限定されるものではない。具体的には、アルミニウム合金、マグネシウム合金、亜鉛合金、銅鉄などが挙げられる。また、マトリックスとなる金属溶湯の固相率は、0.2~0.4である。このようにすることにより、金属溶湯中へ巻き込むガスの量、および該ガスの溶解量が適当であり、また溶湯の攪拌が容易となる。なお、固相率が高すぎると巻き込むガスの量、および溶湯中へのガスの溶解量が減り、粒子が浮上しにくくなるので適当ではない。なお、該固相率が、0.3~0.4である場合は、粒子を機械的に混合するのに必要な粘性が得られやすく、かつガスの巻き込み及び溶湯への溶解がより十分に行われるのにより適正な固相率であるので好ましい。

【0019】このとき、金属溶湯中への前記粒子の攪拌・混入を容易にするために、金属溶湯を液相線以下の一定の温度に保ち、半溶融状態とする。これより粘性が向上し、粒子は機械的に攪拌・混合される。なお、金属溶湯と粒子の濡れを促進させる元素を混合することにより、混合がより容易となるので好ましい。このような濡れ促進元素としては、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)などが挙げられる。

【0020】次いで、この金属溶湯を攪拌しながら、必要とする特性を有する特性向上粒子を溶湯上部より添加する。特性向上粒子は、マトリックス金属に対して付加したい性質を付与することができるセラミックスまたは金属の粒子である。具体的には、セラミックス粒子としては、各種の炭化物、酸化物、窒化物、硫化物の粒子などが挙げられる。また、マトリックス金属の表面に耐摩耗性を有する層を形成したい場合には、炭化珪素(SiC)、炭化チタン(TiC)、炭化バナジウム(VC)、炭化クロム(CrC)、炭化ニオブ(NbC)等の各種金属炭化物、窒化珪素(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、窒化チタン(TiN)などが、また潤滑性を付与したい場合には、炭素(C)、窒化硼素(BN)、硫化モリブデン(MoS<sub>2</sub>)などが挙げられる。

【0021】ここで、溶湯と粒子の密度差に留意する必要がある。溶湯より密度の大きい粒子を混合する場合は、粒子が溶湯に巻き込まれるガスを吸着し易いように、粒子径の小さいものを用いることが好ましい。小さい粒子ほど浮上し易く、粒子径の大きなものほど比重差により沈降し易くなる。該粒子の粒径および形状は、必要とする特性にあわせて適宜選択する。なお、該粒子の粒径は、混合の容易さ、分散性などから数μm~100μm程度であることが好ましい。また、該粒子の形状は、ガスの吸着が容易であるような形状、あるいは多孔質なものなどであることが好ましい。また、マトリック

5

ス金属との組合せは、所定の複合材料が得られるものが適宜選択されるが、特に、混合を容易にすることから、濡れ性の良い組合せや、粒子の浮上をよくするため粒子の密度が溶湯密度に比べてあまり大きくない組合せであることが好ましい。なお、前記の金属溶湯の固相率を0.2~0.4の半熔融状態に調整するときに、併せて前記粒子を添加し、さらに攪拌してもよい。

【0022】また、粒子に予熱等の前処理は特に必要はないが、凝集等が発生する場合は、できるだけ分散性をよくした状態で添加することが好ましく、必要により前処理等を施す。また、溶湯に対して濡れ性のよい粒子を用いた場合は、金属溶湯と粒子との混合を容易にするので好ましい。

【0023】次いで、前記粒子を添加した溶湯を、少なくとも溶湯の湯面に湯が生じる程度の高速度で一定時間攪拌する。この際、攪拌速度は、湯面が波立ち渦の生じる程度である。これより、溶湯中に充分にガスを取り込むことができ、前記粒子を浮上させることが可能となる。従って、攪拌速度が大きければ攪拌時間は短くてよく、逆に攪拌速度が小さい場合は攪拌時間を長くする必要がある。また、前記溶湯の固相率が小さいほど、溶湯中へのガスの取込みが容易であり、マトリックス中への粒子の混合が可能な範囲で攪拌時間は短くてよい。

【0024】次に、前記攪拌した溶湯を加熱して液相状態とし、前記攪拌工程で攪拌中に溶湯内に巻き込まれたガスを前記粒子に吸着させるとともに該ガスを吸着した粒子を溶湯上部に浮上させる（加熱工程）。すなわち、先ず、前記攪拌した溶湯を加熱昇温し、溶湯の粘性を下げて溶湯中での粒子の移動を可能にするとともに、 casting性を向上させるために溶湯を液相状態とする。なお、この時、充分な流動性、鑄造性を得るためには、液相線温度+50℃以上とすることが好ましい。

【0025】溶湯が液相状態になるに従い、前記攪拌工程で攪拌中に溶湯内に巻き込まれたガスが前記粒子に充分に吸着されるとともに該ガスを吸着した粒子が溶湯上部に浮上する。すなわち、攪拌時に溶湯中に巻き込まれたガスは溶湯中で過飽和となり、混合した粒子表面で優先的に吸着ガスとなる。充分にガスを吸着した粒子は、加熱により溶湯の粘性が低下すると、浮力をうけ、溶湯上部に集まってくる。ガスを吸着した粒子が浮上するためには、粒子の比重が溶湯の比重より小さくしなければならず、そのため密度の大きな粒子を用いる場合、ガスの吸着が容易となるように表面積の大きくなるような形状又は粒径の小さいものを用いることが好ましい。また、加熱時に攪拌を行うことにより、ガスの巻き込みや吸着を促進することができるので、好ましい。

【0026】次に、前記加熱工程により得られた溶湯を、型鑄造等の加圧鑄造装置に、スリーブ内で溶湯の分離が速やかに行われるように静かに注湯し、乱流が生じない程度の低速度で加圧鑄造する（鑄造工程）。 50

6

【0027】この時用いる鑄造装置は、上部の溶湯が先にキャビティ内に入るような装置を用いる。また、鑄造は、乱流の生じない程度の低速充填で行う。この時、ゲートとして湯道を絞るような場合は、乱流が生じ易くなるとともに圧力の伝播を妨げ、加圧による巻き込み欠陥の消失を妨げることになるので好ましくない。乱流を生じさせるとスリーブ内で分離した溶湯が、再び攪拌・混合されるので、目的とする複合材料が得られなくなる。また、低速で充填することにより、スリーブ内で粒子を含む上部溶湯は先にキャビティ内に侵入するが、流動性が相対的に悪いので、キャビティ面に取り残されるようにして充填される。そして、後からキャビティ内に侵入する流動性のよい下部溶湯が、鋳物の中心部を優先的に充填する。この後、加圧により巻き込まれたガス欠陥は押しつぶされる。これより、表面に粒子の分散した特性向上層を有する健全な金属基複合材料を得ることができる。図1に、得られた金属基複合材料を概念的に表した断面図を示す。この金属基複合材料10は、金属マトリックス11と、該マトリックス11の表面部に形成され、該マトリックス11に特性向上粒子12を分散させた特性向上層13とからなる。

【0028】本発明の金属基複合材料の製造方法を適用することにより、表面の必要な部分に特殊機能を有する部品を容易に製造することができる。また、高価な粒子の添加量を減らすことができ、少量の粒子でも従来法で得られた複合材料と同等、あるいはそれ以上の特性を有する複合材料を、通常の複合材料に比べて安価に製造することができる。また、粒子の添加量が少量であるため、攪拌時の固相率が低くできるので、溶湯温度の制御が容易である。また、液相状態で鑄造するため、鑄造性がよく、均一に分散させた複合材料の鑄造時のように、鑄造時直前までの攪拌は必要がない。

【0029】

【実施例】以下に、本発明の実施例を説明する。

【0030】第1実施例

【0031】マトリックスとしてAC4B合金を、硬質粒子としてSiC粒子を用い、金属基複合材料を製造し、性能評価試験を行った。

【0032】先ず、マトリックス原料として、AC4B合金（Al-3Cu-9Si合金：溶湯密度約2.5g/cm<sup>3</sup>）を用意した。

【0033】次いで、図2に示した金属基複合材料製造用攪拌装置20のろつば21にこの合金を投入後、温度制御をしながら加熱溶解して、同図2に示すモータ27に連動した攪拌子26により回転速度400r.p.m.で攪拌しながら、固相率が0.3の半熔融溶湯23とした。続けて攪拌しながら、耐摩耗性向上のための硬質粒子として粒径20μmのSiC粒子（密度3.2g/cm<sup>3</sup>）25を溶湯中の含有量が5重量%となるようにろつと24を用いて添加した。この状態でさらに1時間の攪

拌を行った。

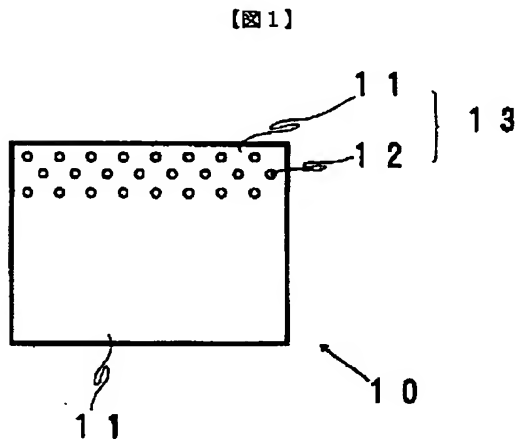
【0034】攪拌後、この溶湯を液相線温度+50℃まで加熱昇温し、図3に示す型鑄造機30のスリーブ36内に注湯して加圧鑄造した。このとき、プランジャー35の速度は0.2m/s、加圧力は280kg/cm<sup>2</sup>で行った。なお、同図中、31は金型、32はキャピティ、33は粒子を含む溶湯、34は粒子を含まない溶湯をそれぞれ示す。これより、粒子を含む部分41と粒子を含まない部分42とからなる製品部43と、ピケット部44とからなる板状鑄物40が得られた。この板状鑄物の中央縦断面図を図4に示す。

【0035】得られた板状鑄物は、表面部近傍のS1Cの体積率が0.2~0.3、中心部ではS1C粒子はほとんど見られず、表面にのみS1C粒子を分散させた特性向上層を有する板状の鑄物であった。

【0036】この板状鑄物の性能評価試験を、摩擦摩耗試験により行った。その結果、表面層は、鑄鉄並の耐摩耗性が得られ、従来法のコンポキャスト法により硬質粒子を20重量%添加した鑄物と同等の耐摩耗性を得られていた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の製造方法により得られた金属基複合材料の一例を概念的に示す断面図である。



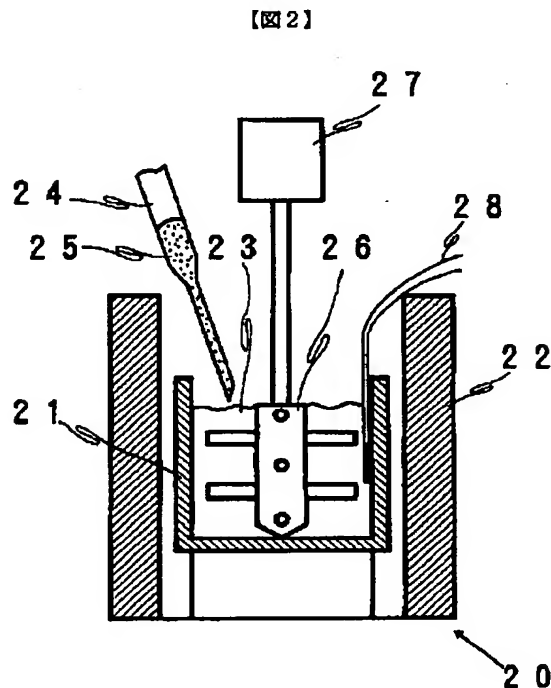
【図2】第1実施例において用いた攪拌装置を模式的に示した断面図である。

【図3】第1実施例において用いた型鑄造機を模式的に示した断面図である。

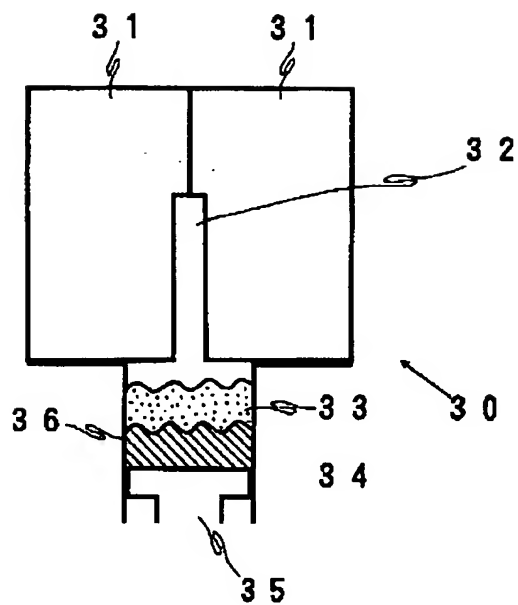
【図4】第1実施例で得られた金属基複合材料の縦断面図である。

【符号の説明】

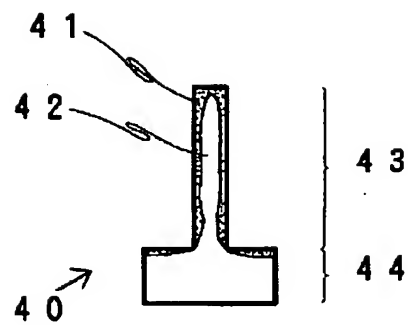
- 10 金属基複合材料
- 11 金属マトリックス
- 12 特性向上粒子
- 13 特性向上層
- 20 攪拌装置
- 21 ろつば
- 22 炉
- 23 金属溶湯
- 24 ろうと 25 特性向上粒子
- 26 攪拌子
- 27 モータ
- 28 熱電対
- 40 板状鑄物
- 41 粒子を含む部分
- 42 粒子を含まない部分



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
C 2 2 C 1/10

識別記号 庁内整理番号  
G 8928-4K

F I

技術表示箇所

## Family list

6 application(s) for: JP4263037 (A)

**1 Components for engines and vehicles.**

Inventor: SCHMID EBERHARD E DR ; NEITE GUENTER DR (+2)      Applicant: METALLGESELLSCHAFT AG [DE]  
EC: C22C23/00; C22C32/00      IPC: B22D18/04; B22D21/04; C22C23/00; (+10)  
Publication Info: BR9104044 (A) — 1992-06-02

**2 Components for engines and vehicles.**

Inventor: SCHMID EBERHARD E DR [DE] ; NEITE GUENTER DR [DE] (+2)      Applicant: METALLGESELLSCHAFT AG [DE]  
EC: C22C23/00; C22C32/00      IPC: B22D18/04; B22D21/04; C22C23/00; (+10)  
Publication Info: DE4125014 (A1) — 1992-03-26

**3 Components for engines and vehicles.**

Inventor: SCHMID EBERHARD E DR [DE] ; NEITE GUENTER DR [DE] (+2)      Applicant: METALLGESELLSCHAFT AG [DE]  
EC: C22C23/00; C22C32/00      IPC: B22D18/04; B22D21/04; C22C23/00; (+12)  
Publication Info: EP0478025 (A1) — 1992-04-01

**4 ENGINE AND STRUCTURAL MEMBER FOR VEHICLE**

Inventor: EEBERUHARUTO EE SHIYUMITSUTO ; GIYUNTERU NAITE (+2)      Applicant: METALLGESELLSCHAFT AG  
EC: C22C23/00; C22C32/00      IPC: B22D18/04; B22D21/04; C22C23/00; (+13)  
Publication Info: JP4263037 (A) — 1992-09-18

**5 Components for engines and vehicles.**

Inventor: SCHMID EBERHARD E ; NEITE GUENTER (+2)      Applicant: METALLGESELLSCHAFT AG [DE]  
EC: C22C23/00; C22C32/00      IPC: B22D18/04; B22D21/04; C22C23/00; (+10)  
Publication Info: NO913293 (A) — 1992-03-23

---

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide